

ガラガラ山(丹生郡越廼村)におけるヤブニッケイ林の森林構造とその更新

(Structure and Regeneration of *Cinnamomum Sieboldii* Forest in Mt. Garagara, Koshino-mura, Nyu Gun)

浅川 健一
(足羽高校)

橋本 将宏
(高浜中学校)

澤崎 孝也
(丹生高校)

横山 俊一
(福井大学教育地域科学部)

緒 論

照葉樹林は日本海側地域では中国、近畿地方に広く分布するが、福井県の木ノ芽峠付近を境にして極端に分布域をせばめながら、帯状に北上する。

その中で、本研究の対象にもなっているヤブニッケイ(*Cinnamomum sieboldii*)は、ヤブツバキ(*Camellia japonica*)と共に海岸暖地標準種で、富山県を北限とし、北上するに従って標高を下げながら分布も限られたものとなっている。

ヤブニッケイは安定した森林を形成することは少なく、小規模の森林が多い。その中で本県のヤブニッケイ林は、雄島(坂井郡三国町)のものは純林を形成するものとして有名である。雄島のヤブニッケイ林については、香室・横山(1976)によって調べられているほか、橋本(2001)によって森林構造とその動態についての報告がなされている。

その他に、本県の特筆すべきヤブニッケイ林としては本研究の対象であるガラガラ山(丹生郡越廼村)のヤブニッケイ林があげられる。ガラガラ山のヤブニッケイ林は「福井県のすぐれた自然」(福井県 1999)の中にも保全すべきすぐれた自然として取り上げられている。その理由として、本県のヤブニッケイ林の多くは、沿岸から標高200mまでのところに分布するが、ガラガラ山のように高標高(417.8m)に比較的安定した森林を形成していることが自然植生もしくはそれに近い植生においては特筆すべきものとしてあげられる。安定したヤブニッケイ林が極めて少ない中で、ガラガラ山のものは、比較的広い範囲で、安定した森林を形成していることは極めて貴重であるといえる。

そこで本研究では、ガラガラ山におけるヤブニッケイ林の森林構造とその更新過程を明らかにし、その成立要因についても考えてみたい。

(キーワード：森林構造、更新、ヤブニッケイ林、ガラガラ山)

Kenichi ASAKAWA

(Asuwa High school, 918 - 8155 Fukui, Japan)

Masahiro HASHIMOTO

(Takahama Lower Secondary School, 919 - 2225 Takahama-cho, Japan)

Takanari SAWAZAKI

(Nyu High School, 916 - 0147 Asahi-cho, Japan)

Shunichi YOKOYAMA

(Department of Regional Environment Studies, Fukui University, 910 - 8507 Fukui, Japan)

I. 調査地概要

越廼村は越前海岸にふくまれ、北及び東側は福井市、南東側は織田町、そして南側は越前町とそれぞれ境を接している。越廼村は標高50～500mの土地が約90%を、また土地傾斜が20～40度の急斜地が土地の約3分の2を占めており大部分が山地に属している。山地部は、中・低山性の壮年期山地である丹生山地に属しており、その日本海側は急傾斜の山腹斜面をなしている（越廼村誌 1988）。

この丹生山地に属するガラガラ山は、日本海に面した丹生郡越廼村の南端に位置する標高417.8mの低山である。この山は山道が無く、また低山なので登山をするような山ではない。この山の南側斜面の中腹辺りは、今にも崩れそうな岩が露出し、山の名にふさわしい様相を呈している。この岩は角閃安山岩で、硬く、緻密であるため古くから建地石などの石材として利用されている。そのため、南側は現在も大規模な採石場となっている。ガラガラ山はほぼ円錐形をしていて、山全体で烏帽子のようにも見える。この特徴ある地形は、陸上はいうにおよばず、海上からでもひときわ目につく存在である。

また、山のふもとにはガラガラ山キャンプ場などがあり、周辺において観光開発が急速に進められている。海岸線沿いには、あたり一面にスイセンが生育している。この越廼村を含む越前海岸のスイセンは房州（千葉県）・淡路（兵庫県）と共に三大産地であり、その中でもおよそ60ヘクタールにおよぶスイセンの生育面積は日本一である（福井県 1999）。しかし、2001年に十数年ぶりの大雪によってこのスイセンは大きな被害を受けた。

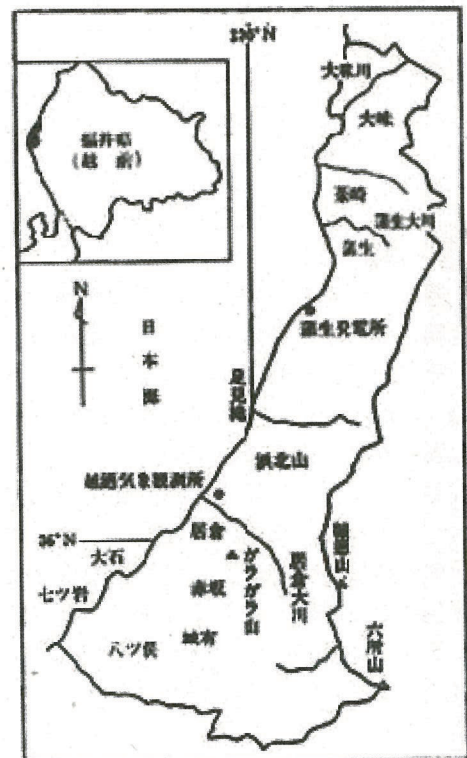


図1 ガラガラ山の位置

気象

温かさ指数と寒さ指数

越廼および福井県各地の気候分析を行なうために、表2に月別平均気温を用いて、吉良竜夫(1971)の温かさ指数(W1)と、寒さ指数(C1)を算出した。なお、気象データは福井県気象年報(1990～1997)から、平成2年から平成9年までの8年間の平均をとった。

$$\text{○温かさ指数 Warmth index (W1)} = \sum (t - 5) \\ \text{for months in which } t > 5^{\circ}\text{C}$$

$$\text{○寒さ指数 Coldness index (C1)} = \sum (5 - t) \\ \text{for months in which } t < 5^{\circ}\text{C} \\ t \text{ は月平均気温}$$

表1 福井県各地の温かさ指数(W1)と寒さ指数(C1)

	越廼	三国	福井	勝山	大野	敦賀	美浜	小浜
W1	125.0	107.8	114.9	103.9	105.4	123.3	117.1	115.9
C1	0	-2.9	-2.9	-7.6	-8.3	-0.2	-1.0	-2.3

温かさ指数(W1)や寒さ指数(C1)を見ると、越廼村が福井県の中で1年を通して1番温かいことがわかる。嶺南各地と比べても温かく、同じ沿岸部に属している三国と比べても歴然の差があった。さらに、月別平均気温を見ても年間を通して5℃を下まわる月がないのは越廼村だけであった。

越廼村の気候は日本海式気候（北陸型）に属しているが、沿岸部は対馬暖流の影響をうけてかなり温暖である。同じ沿岸部の三国と、これほど差があるのは、対馬暖流によって暖められた空気がちょうど越廼村あたりに直接上陸するためだと考えられている。

Ⅱ. 調査方法

（１） 研究期間

本研究は2000年6月中旬より2001年上旬にわたって行なった。なお、現地調査は2000年7月上旬から2000年2月上旬まで、森林構造とその動態の調査を行なった。

（２） 研究方法

森林構造の調査

日本海に面した丹生郡越廼村の南端に位置するガラガラ山のヤブニッケイ林において、コンパスを用いて水平距離で10m×10mの連続する方形を設定した。この調査区内の高さが胸高（130cm）以上の全立木の位置、高さ、胸高直径を計測した。また、各個体について全萌芽幹の数を数え、状態を観察し、高さが胸高以上の胸高直径を計測した。

ギャップについて

ギャップの調査においても、コンパスを用いて水平距離で10m×10mの方形を設定した。この調査区内の高さが胸高（130cm）以上の全立木の位置、高さ、胸高直径を計測した。また、その枠内の実生の樹種と個体数を数えた。

地温・気温について

冬季において地温・気温の測定を行なった。2000年11月22日、2001年2月5日の2日において、地温は地中約20cmのところ、気温は胸高（130cm）の高さで測定した。

樹齢測定について

成長錘を使って幹を切り抜き、ヤブニッケイ・シロダモ(*Neolitsea sericea*)の樹齢を数えて年平均肥大速度を算出した。

Ⅲ. 研究結果および考察

温量指数から見た越廼村及びガラガラ山

調査地概要で述べたように、越廼村は対馬暖流の影響により福井県の中で非常に暖かく、比較的温暖な環境にあることが分かっている。

しかし、藤原（1966）によると、「越前海岸の気象」について、一般に気温通減率は100mあたり0.5～0.6℃であるが、これまでの調査結果から丹生山地の気温通減率は100mあたり1.1℃と他の地域よりも大きいと指摘している。上部へいくにしたがって、急激に温度低下していくことになる。したがって、対馬暖流上で暖められた寒気の部分はきわめて薄い下層に限られており、上層はほとんど変質することなく、気温の垂直通減率が大きくなっていると考えられている。

吉良（1948）によると、この丹生山地の気候通減率を適用して計算した温量指数から割り出される温帯と暖帯の境界は標高380m付近になる（図3）。実際に、丹生山地で、ブナ(*Fagus crenata*)、ミズナラ(*Quercus crispul* var. *crispulav*)が400mあたりから見られることから、植物の分布上からもそのことが確かめられる。丹生山地におけるブナ林の分布は、国見岳（標高636m）・越知山（標高612m）・城山（標高513m）・鬼ヶ嶽（標高532m）などかなり広く分布していることも、このような気候的環境にあることによるものと考えられる。また、越廼村の蒲生から約4kmの下一光、2kmの武周ヶ池など内陸へ入ると、さほど距離的には離れていないにも関わらず、その高度差に対して異常低温となる（越廼村誌 1988）。

この温量指数から見ると、ガラガラ山の頂上（417.8m）付近は温帯林に属することになる。しかし、ガラガラ山の290m～頂上（417.8m）にかけてヤブニッケイを主体とした照葉樹林があるというのは

興味深い。

ガラガラ山に照葉樹林が分布していることについて、以下のように考えられる。ガラガラ山は丹生山地の一角にあるが、前面には日本海、後方には丹生山地の高峰に囲まれるようになっている。この地理的位置にあることが、温暖な環境をつくりだしているのではないかと考えている。

もうひとつの理由は、地温が関係しているのではないかと考えている。今回、冬季において、ガラガラ山の気温と地温を測ったところ、非常に地温が高いところが存在することが明らかになった。岩の間などから温かい空気が湧き出していた。その周辺には、生き生きとしたコケが生えていたり、眼鏡のガラスを一瞬に曇らせるなど非常に湿度の高い温かい空気が吹き出していた。11月22日の気温が $6.7 \pm 0.6^{\circ}\text{C}$ に対して地温は $20.4 \pm 0.6^{\circ}\text{C}$ （7地点測定）で、2月5日の気温は $4.7 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ に対して地温は $15.2 \pm 0.6^{\circ}\text{C}$ だった。2月の方が 5°C ほど低かったが、それは浅いところでの地温測定だったので、やや気温や雪に影響されたのだと思われる。それでも非常に高い温度になっていた。このような環境がガラガラ山の頂上まで照葉樹林を成立させている要因ではないかと考えられる。

いずれにしても、地質的にはもう少し詳しく調べる必要があるが、ガラガラ山の知られざる一面を知れて、さらに興味がわいている。このような環境にあるガラガラ山の森林構造とその動態は、どのようになっているのであろうか以下で見てみたい。

森林構造とその動態

1) 胸高直径 5 cm以上について

調査区内において胸高直径 5 cm以上ある樹種はヤブニッケイ・シロダモ・クマノミズキ(*Cornus brachypoda*)・エノキ(*Celtis sinensis* var. *Japonica*)・ヤブツバキ・フジ(*Wisteria floribunda*.)・ケヤキ(*Zelkova serrata*) 7種類であった(表2)。

調査区内はヤブニッケイが優占し、全胸高断面積の61.61%を占め、ついでシロダモが22.53%を占めた。個体密度で見るとヤブツバキが3番目に高いが、胸高断面積比で見るとわずか3.52%にしか過ぎなかった。また、ヤブニッケイには大型萌芽幹(胸高直径 5 cm以上)が非常に多く、1542.86個体/ha最も多く、ついでシロダモが271.43個体/haであった。

表2 ヤブニッケイ林の森林構造(高さ130cm以上)

樹 種	個体密度(個/ha)	萌芽密度(個/ha)	胸高断面積(m^2/ha)	胸高断面積比(%)
ヤブニッケイ	700.00	1542.86	45.51	61.16
シロダモ	671.43	271.43	16.76	22.53
クマノミズキ	128.57	0.00	5.90	7.92
エノキ	57.14	28.57	3.26	4.38
ヤブツバキ	314.29	0.00	2.63	3.52
フジ	28.57	0.00	0.16	0.22
ケヤキ	14.29	0.00	0.12	0.16
ニワトコ	0.00	0.00	0.0	0.00
合 計	1942.86	1842.86	74.40	100.00

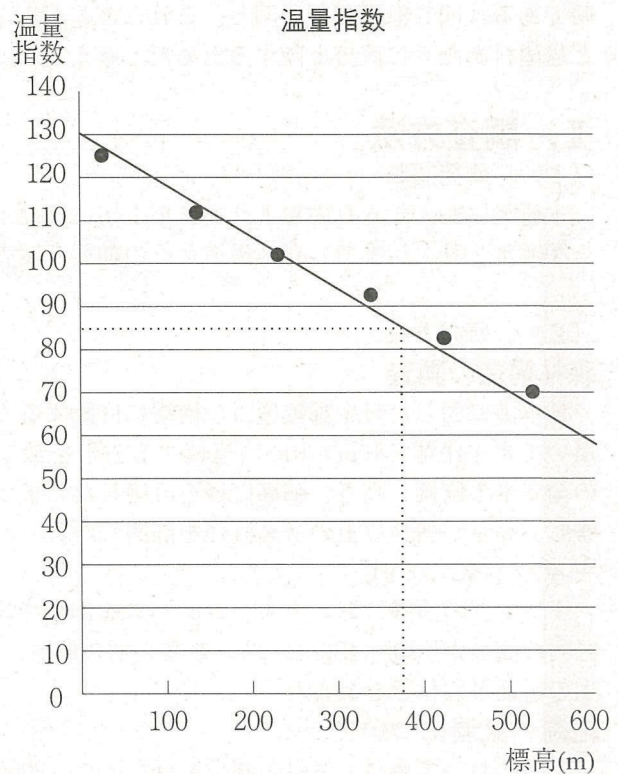


図2 丹生山地の温量指数

2) 胸高直径階分布について

個体数では、ヤブニッケイ・シロダモ・ヤブツバキには大きな差は見られなかった。しかし、胸高直径階分布（図3）をみると樹種ごとに胸高直径に違いが見られた。1 haあたり、ヤブニッケイは主幹では胸高直径10～20cmに357.14個体/haと最も多く、続いて胸高直径20～30cmに157.14個体/ha、胸高直径5～10cmに100.00個体/haだった。萌芽は、胸高直径0～20cmまで非常に多く、胸高直径0～5cmに928.57個体/ha、胸高直径10～20cmに814.29個体/ha、胸高直径5～10cmに642.86個体/haだった。シロダモも主幹は胸高直径10～20cmが最も多く385.71個体/haであった。ヤブツバキは胸高直径0～5cmが最も多く357.14個体/haだった。全体で見ても、胸高直径40cm以上ある樹種はヤブニッケイとシロダモのみで、全立木の中で最大のものはヤブニッケイの胸高直径46.5cmであった。次いでシロダモの44.9cmで、この1個体のみがシロダモのなかでもきわだって太く、胸高直径30～40cmにおいては1個体も見られなかった。樹種ごとの最大の胸高直径は、クマノミズキが31.8cm、ヤブツバキが13.1cmであった。

3) 萌芽について

ヤブニッケイの主幹の胸高直径別から見た主幹と萌芽数との関係を見てみると（図3-a）、主幹は胸高直径10～30cmにおいて非常に多く、大型萌芽幹も主幹の胸高直径10～30cmに多い。胸高直径が10～20cmの主幹に10～20cmの萌芽が614.29個体/haと多く、主幹とほとんど変わらないぐらいの胸高直径を持ったものも見られた（図4）。大型萌芽幹が1本のみならず数本あるのも多数見られた。しかし、主幹の胸高直径が20～30cmになると極端に萌芽数が減り、30cm以上になると全く見られなくなった。

図5は、萌芽の胸高直径別に見た萌芽の生死について表した。胸高直径0～5cmの細かい萌芽の3分の1、5～10cmの

表3 ヤブニッケイの主幹の胸高の直径別の萌芽数

主幹の胸高直径	平均萌芽数(本)	最大萌芽数(本)
0～5	3.00	3
～10	2.57	10
～20	7.32	23
～30	18.90	65
～40	6.50	10
～50	6.00	9

萌芽の2分の1が枯れていた。胸高直径5cm以上になると極端に萌芽数は減るが枯れているものも減り、大型萌芽幹として存在する。萌芽が大きくなるにつれて、より自然に適したものが生きぬいていき、個体維持また生存競争に勝ち抜いていけるような強いものが生き残っていると思われる。

ヤブニッケイの主幹の胸高直径別の平均萌芽数、最大萌芽数を表3に表した。ヤブニッケイが1個体当たり平均8.06本あり、個体当たりの最大萌芽幹数は65本であった。ちなみにシロダモは1個体当たり平均2.06本あり、個体当たりの最大萌芽幹数は12本であった。最大萌芽幹数がある主幹の胸高直径はいずれも20～25cmの間にあった。大型萌芽幹のみのヤブニッケイの1個体あたりの平均萌芽数は2.20本で、最大大型萌芽幹数は7本だった。シロダモの大型萌芽幹のみの1個体あたりの平均萌芽数は0.40で、最大大型萌芽幹数は3本だった。胸高直径10～30cmのなかに多く、特に20～30cmには平均萌芽幹数18.90本と極端に多くなっていた。

ヤブニッケイの樹木は生長するにつれて萌芽を増していくが（主幹が胸高直径30cmぐらいまで）、主幹がそれ以上に生長すると萌芽は自然淘汰され減少し、生き残れるものだけが生長して高木林を形成するようになる。

渡邊定元（1994）によると、萌芽は一般的に初期成長速度が速く、空間をいち早く占有でき、樹木社会的にみても個体維持と系統維持の双方の視点から重要な意味をもっている。このことからガラガラ山のヤブニッケイは、林床には実生があまり見られず、1個体あたりの平均萌芽数8.06本と非常に多く、大型萌芽幹も多いということから、ほとんどが萌芽更新していると考えられる。

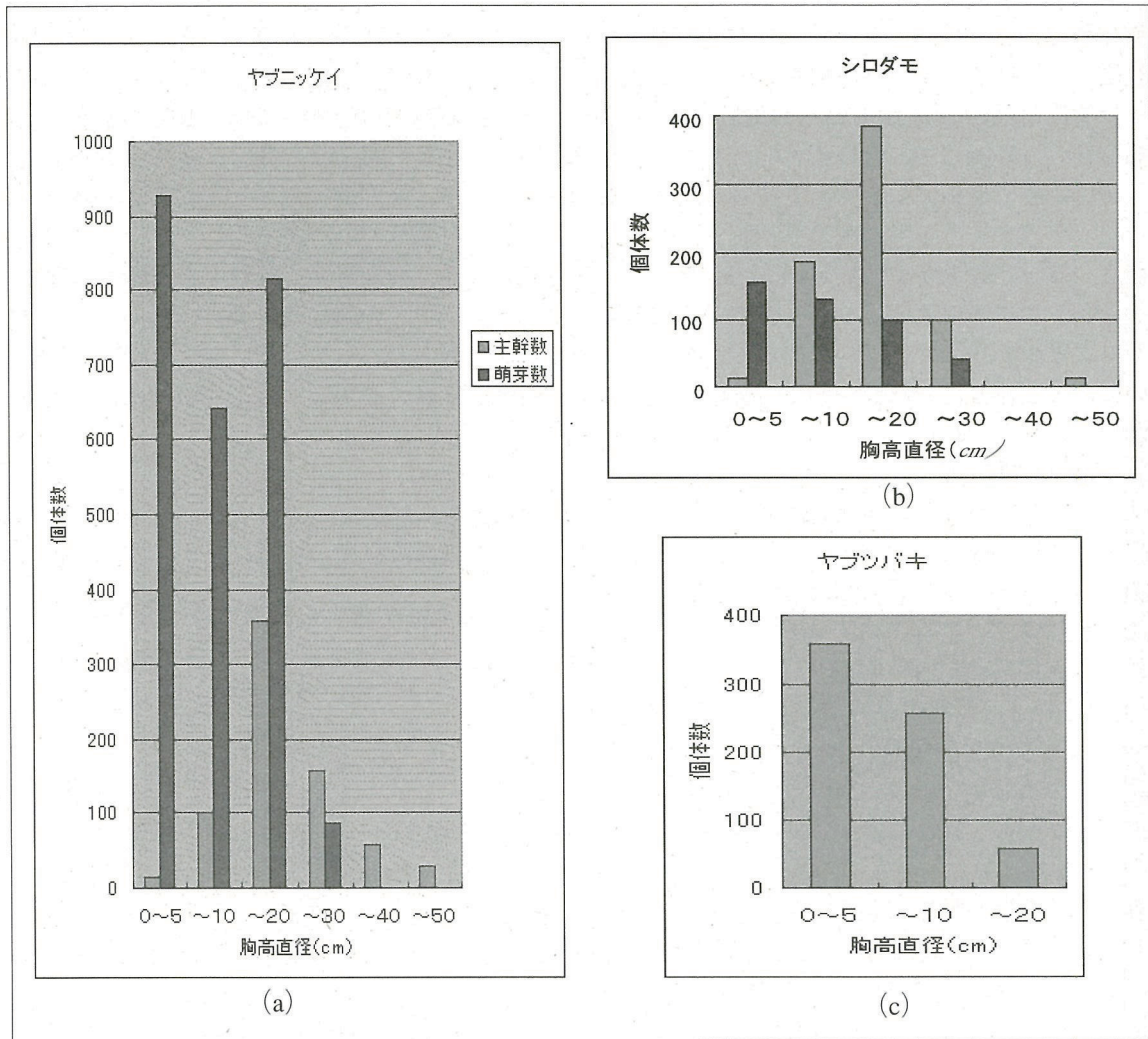


図3 主な樹種の胸高直径階分布と萌芽数

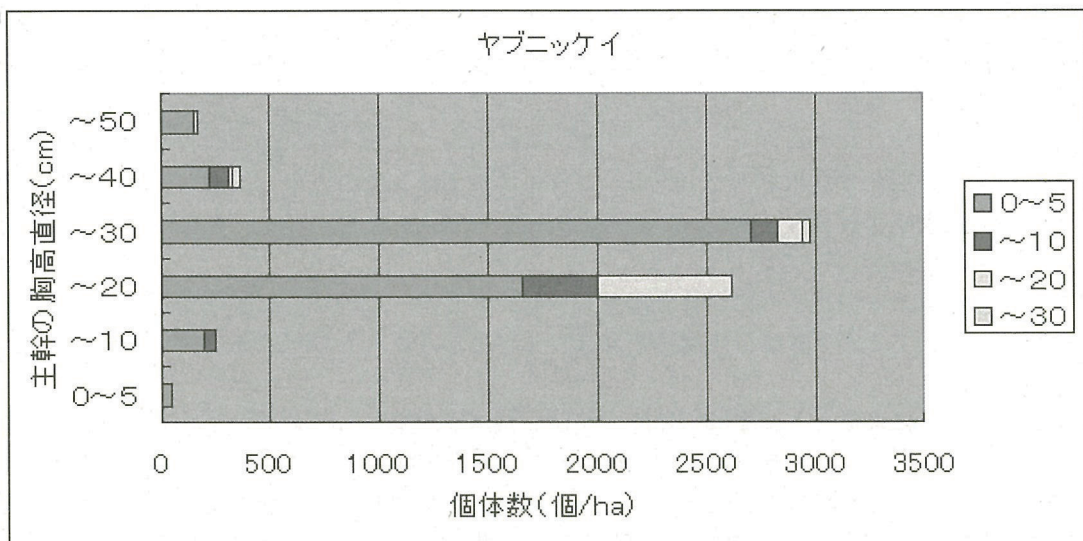


図4 ヤブニッケイの主幹の胸高直径別の萌芽数と萌芽の胸高直径階分布

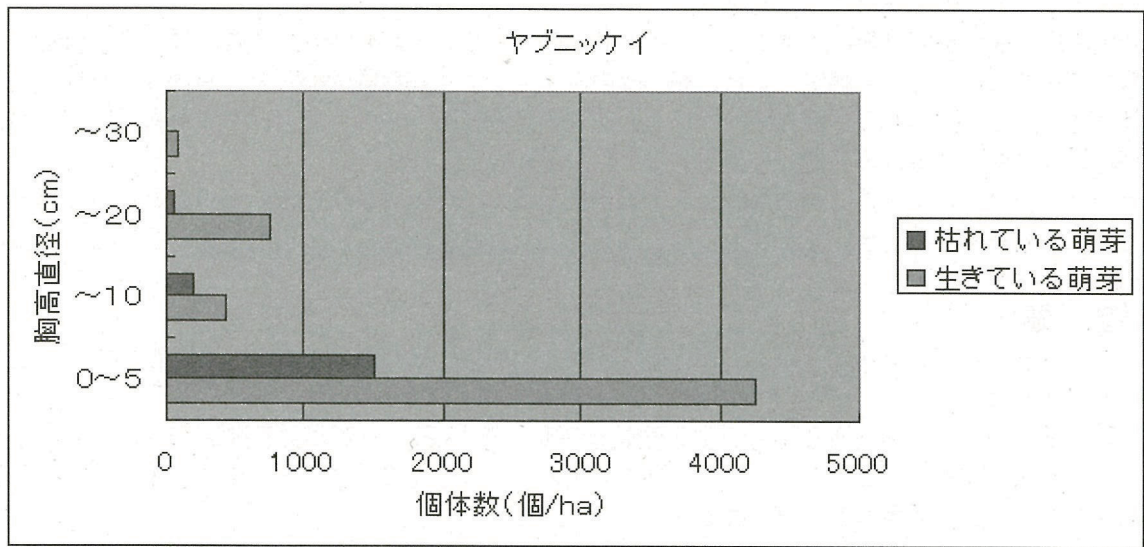


図5 ヤブニッケイの主幹の胸高直径別の萌芽生死数

4) ギャップ更新について

頂上付近に高木が枯死してできた約100平方メートルのギャップが見られた。このギャップの成因は定かではないが、ヤブニッケイ・シロダモ・クマノミズキ・ヤブツバキなどが枯死してできたものである。枯死したものには胸高直径が40.1cmにもなるヤブニッケイもあった。

ギャップの閉鎖方法は、ギャップの大きさによっていくつか考えられる。小さなギャップだとギャップに隣接していて林冠まで生長している樹木が樹冠拡大を行なうことでギャップが閉鎖されると考えられる。また、ギャップ隣接木が萌芽更新を行なうものであるならば、その樹木の萌芽幹が林冠に達するまで生長してギャップを埋めることが多いと考えられる。

本地域のギャップはやや大きなものなので、実生起源の樹木が樹冠を覆うまで生長していくと考えられる。このギャップの林床には、表5に表されている陽樹や陰樹の樹木の実生が多数生育していた。カラスザンショウが最も高く、樹高3mぐらいでその樹下にシロダモが多数生育して、低木群落を形成している。

今後のギャップの更新を考えると、まず成長速度の速い陽樹（カラスザンショウなど）が成長し、やがて陽樹林を形成する。カラスザンショウ(*Zanthoxylum ailanthoides*)を中心とした陽樹林になると、林床は暗くなるため、林床の樹木が陰生のものになる。陰樹は暗い林床下で、陽樹が枯死し倒れるのをじっと耐えていて、陽樹のカラスザンショウが倒れると、それに変わってシロダモ・ヤブツバキなどの陰樹林になると考えられる。陽樹林が枯死しなくても陽樹よりも陰樹が高くなり、樹冠を形成すると光を浴びられなくなった陽樹が枯死し、陰樹林が形成されるということも考えられる。陰樹林になるとその林床はさらに暗く、他の陽樹は進入できず、陰樹林が続くと考えられる。

図6にギャップの更新過程の模式図を作成した。

5) 樹齢

調査区内のヤブニッケイ、シロダモを成長錘で幹を切り抜き、その樹齢を数え、年平均肥大速度を求めた。ヤブニッケイの年平均肥大速度は2.68mm/年であった。シロダ

表4 ギャップの林床の実生数

樹 種	個体数
エノキ	11
カラスザンショウ	28
クサギ	3
クマノミズキ	2
シロダモ	156
タラノキ	17
ニワトコ	12
ヌルデ	1
ヒメアオキ	9
ムラサキシキブ	42
ヤブツバキ	3
ヤマグワ	1

(10×10m)

モの年平均肥大速度は2.76mm/年であった。

調査区内の最大胸高直径は、ヤブニッケイが46.5cm、シロダモが44.9cmである。これらの樹齢を年平均肥大速度にあてはめて推定すると、46.5cmのヤブニッケイが樹齢約85年で、44.9cmのシロダモが樹齢約80年となった。また、調査区内ではないが、胸高直径61.8cmのヤブニッケイがあった。これに年平均肥大速度にあてはめて樹齢を推定すると、樹齢約115年であった。

ガラガラ山のヤブニッケイは胸高直径10~20cmが最も多く、樹齢約40年のものが中心となって形成されている。調査区内の胸高直径が最大ののを見ても、樹齢約85年で、平均的な樹齢を考えると、約80年未満になる。

摘 要

1. ガラガラ山の照葉樹林において、森林構造の調査（樹種・胸高直径・高さ・萌芽数）、樹齢の調査、気温・地温の調査を行なった。
2. 日本海に面している丹生山地は、温量指数から見ると380m上が夏緑広葉樹林帯になる。現存植生からも確認できる。これからみるとガラガラ山の頂上付近は夏緑広葉樹林帯に属するが、照葉樹林が分布している特異的な環境である。
3. ガラガラ山は、頂上~290mくらいまでヤブニッケイ林が現存していた。ヤブニッケイ林の樹種構成は、きわめて単純で、樹種も7種類と少なかった。
4. 全立木の胸高直径は40cm代どまりで、高さも10m前後だった。
5. ヤブニッケイの1個体当たりの平均萌芽数は8.06本と非常に多く、胸高直径5cm以上の大型萌芽幹の1個体当たりの平均は2.20本と多いことから、萌芽更新していると考えられる。
6. ギャップの更新過程を考察し、更新過程の模式図を作成した。
7. 風穴口から暖かい空気が吹き出していることが確認され、また地温も高いことが確認された。ガラガラ山に照葉樹林が存在するのは、その立地条件とともに、高い地温が関係しているのではないかと考えることができる。
8. ヤブニッケイの年平均肥大速度は2.68mm/年であった。胸高直径50cmの樹木で、だいたい樹齢90年である。

参考文献

- 香室昭園, 横山俊一, 1976: 雄島（福井県坂井郡）の照葉樹林及び海岸の群落組成について 福井大学教育学部紀要 26号, pp.59~88
- 福井地方气象台, 1990~1997: 福井県気象年報, 福井地方气象台
- 福井地方气象台, 2000: 福井県気象月報, 福井地方气象台
- 福井県, 1976: 福井県自然環境保全調査報告書
- 福井県, 1999: 福井県のすぐれた自然 植生編
- 藤原録郎, 1966: 越前海岸地域の気象 日本自然保護協会調査報告 26号, pp.5~16
- 橋本将宏, 2001: 雄島（福井県坂井郡三国町）の照葉樹林の森林構造とその動態（未発表）
- 吉良竜夫, 1948: 温量指数による垂直的な気候帯のわかちかたについて, 寒地農学2（2） pp.143~173
- 越廼村, 1988: 越廼村誌
- 渡邊定元, 1994: 樹木社会学 東京大学出版会

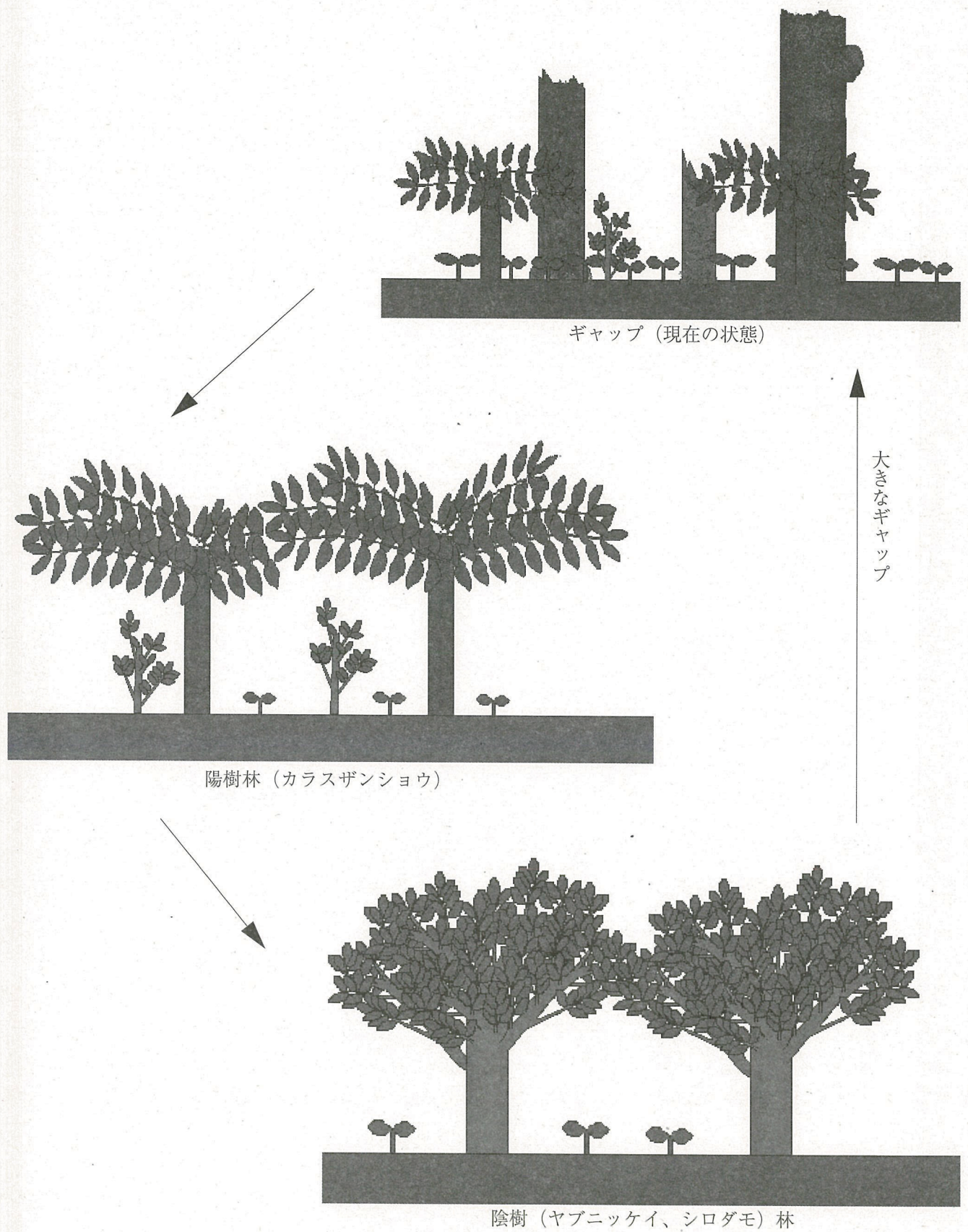


図6 ギャップ更新モデル